



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000353845 A**(43) Date of publication of application: **19.12.00**

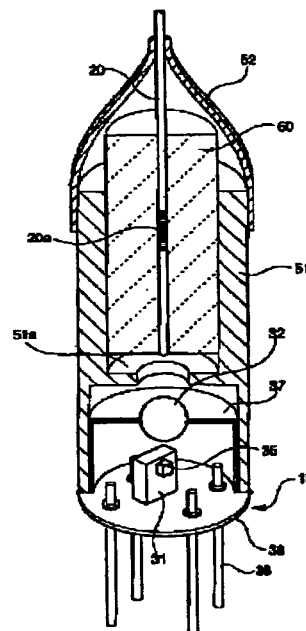
(51) Int. Cl.

H01S 5/022
G02B 6/42(21) Application number: **11164523**(22) Date of filing: **10.06.99**(71) Applicant: **SUMITOMO ELECTRIC IND LTD**(72) Inventor: **HAYASHI HIDEKI****(54) SEMICONDUCTOR LASER MODULE****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a new structure for a semiconductor laser module having a small mounting area that can be mass-produced at a low cost.

SOLUTION: This semiconductor laser module has a light emitting element 35 with a pair of opposed end faces (one is a reflecting plane, and the other is set as a low-reflection plane) and an optical fiber 20, which has a diffraction grating 20a that is optically combined with the low-reflection plane of the light emitting element 35 and functions as a reflector near its end and is configured, so that the reflection plane of the light emitting element 35 and the diffraction grating 20a form a laser resonator. The diffraction grating 20a is positioned in a ferrule 60 installed at the end of the optical fiber 20. The light emitting element 35 is mount on a package 10, without the use of temperature control means. The ferrule 60 is mechanically secured relative to the package 10.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-353845
(P 2 0 0 0 - 3 5 3 8 4 5 A)
(43) 公開日 平成12年12月19日 (2000.12.19)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H01S 5/022		H01S 3/18 612	2H037
G02B 6/42		G02B 6/42	5F073

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-164523

(22) 出願日 平成11年6月10日 (1999.6.10)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 林 秀樹

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(74) 代理人 100092277

弁理士 越場 隆

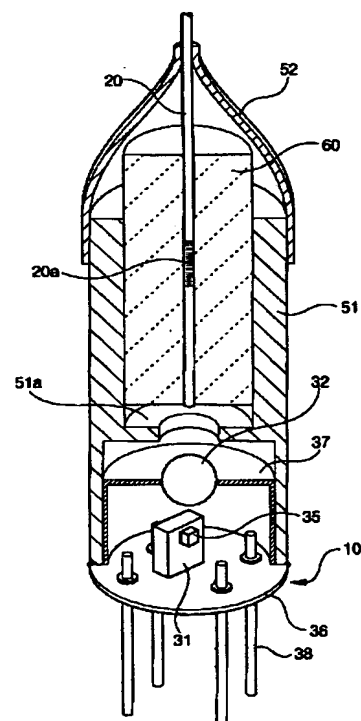
Fターム(参考) 2H037 AA01 BA03 CA05 DA03 DA16
5F073 AA63 AA83 AB27 AB28 BA01
BA09 EA01 FA07

(54) 【発明の名称】 半導体レーザモジュール

(57) 【要約】

【課題】 実装面積が小さく廉価で、しかも大量生産が可能な半導体レーザモジュールの新規な構成を提供する。

【解決方法】 互いに対向する1対の端面のうちの一方を反射面とし他方を低反射面とした発光素子35と、発光素子35の低反射面に光学的に結合され反射器として機能する回折格子20aを端部近傍に形成された光ファイバ20とを備え、発光素子35の反射面と回折格子20aによりレーザ共振器を形成するように構成された半導体レーザモジュールであって、回折格子20aが光ファイバ20端部に装着されたフェルル60内に位置するように形成されており、発光素子35は温度制御手段を介することなくパッケージ10に実装され、パッケージ10に対してフェルル60が機械的に固定されるように構成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】互いに対向する 1 対の端面のうちの一方を反射面とし他方を低反射面とした発光素子と、該発光素子の低反射面に光学的に結合され反射器として機能する回折格子を端部近傍に形成された光ファイバとを備え、該発光素子の反射面と該光ファイバに形成された回折格子によりレーザ共振器を形成するように構成された半導体レーザモジュールであって、

該回折格子が、該光ファイバ端部に装着されたフェルール内に位置するように形成されており、

該発光素子は、温度制御手段を介することなくパッケージに実装され、

該パッケージに対して該フェルールが機械的に固定されるように構成されていることを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項 2】前記発光素子の他方の端面と、前記光ファイバの端面との間に集光手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載された半導体レーザモジュール。

【請求項 3】前記回折格子の反射帯域幅が、前記発光素子の前記反射面と前記低反射面との間隔で決定される該発光素子の発振縦モードを複数含むように設定されており、該帯域幅の中心波長が実質的に $1.48\mu\text{m}$ 帯域に存在するように構成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載された半導体レーザモジュール。

【請求項 4】前記半導体レーザモジュールが、更に、コアの所定領域にエルビウムを添加された増幅用光ファイバと、該増幅用光ファイバに前記光ファイバの出射光を導入する導入手段とを備え、 $1.55\mu\text{m}$ 帯の波長を有する信号光を増幅する光増幅器として構成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までの何れか 1 項に記載された半導体レーザモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体レーザモジュールに関する。より詳細には、本発明は、光増幅器における増幅ファイバ励起のために用いられるポンプ光源用として好適に使用できる半導体レーザモジュールの新規な構成に関する。

【0002】

【従来の技術】光増幅器においてポンプ光源用に用いられるレーザモジュールには数百 mW 以上もの高出力が求められる。このため、大きな駆動電流を半導体レーザチップに流さなければならず、チップの発熱対策（放熱）が非常に重要な課題になっている。

【0003】この種のポンプ光源として用いられる半導体レーザモジュールは、いわゆるバタフライ型のパッケージを用いたものが一般に使用されている。

【0004】図 4 は、このバタフライパッケージを用いた半導体レーザモジュールの典型的な構成を示す断面図である。

【0005】同図に示すように、半導体レーザチップ 35 は、サブマウント 31 上に実装されており、サブマウント 31 は基板 30 上に装荷されている。基板 30 は、更に冷却手段 34 上に載置されており、これらの部材は一体にパッケージ 10 に収容されている。なお、パッケージ 10 の材料としてはニッケルコパール等の金属材料が用いられている。

【0006】パッケージ 10 は実質的に立方体で、その一方の側面に窓が形成されている。この窓からは、先端に装着されたフェルールを受容するスリーブ 22 を介して、光ファイバ 20 がパッケージ 10 内に突出している。ここで、スリーブ 22 の中心軸とフェルールの中心軸は、予め相対位置が調整されており、フェルールの中心と実質的に同じ光ファイバ 20 の光軸が半導体レーザチップ 35 に効率よく結合するように構成されている。

【0007】尚、実際には、この光結合の光路上に集光レンズ 32 が配置されている。また、半導体レーザチップ 35 の後方には、モニタ用の受光素子 33 も配置されており、いわゆる APC (AutoPowerControl) により、半導体レーザチップへの駆動電流の供給を制御している。

【0008】また、前記の冷却手段としては、電流を流すことによりその一方の電極（基板 30 を兼ねる）が冷却され、パッケージに接する他方の電極側が加熱されるペルチェ素子を用いることが多い。

【0009】図 5 は、図 4 に示した半導体レーザモジュールで用いられているパッケージの平面図である。

【0010】同図に示すように、このパッケージ 10 は上方から見ても矩形であり、そのひとつの端面からは、スリーブを介して固定された光ファイバ 20 が突出している。また、パッケージ 10 の対向する 1 対の側面からは、それぞれ複数のリードピン 11 が引き出されている。これらのリードピン 11 には、半導体レーザへの電源線および駆動信号線、モニタ PD からの受光信号線、ペルチェ素子への電源線およびペルチェ素子の上側電極の温度を検知する検知信号線等を含んでいる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記のようなバタフライパッケージは、内部にペルチェ素子を併せて収容できる大きな内部空間を有するが、一方で、パッケージ自体が大きく、また、高価な金属材料を用いなければならないという問題がある。また、パッケージが金属製であるために、リードピンを引き出す際には絶縁処理が必要になる等、高機能、高性能な半導体レーザモジュールとしての要求は満たされるが、極めて高価で、生産性も必ずしも優れてはならず、大量生産に適したものではなかった。

【0012】しかしながら、近年の光通信システムでは、エルビウム添加ファイバ（以下、「EDF」(Erbium Doped Fiber) と記載する）を用いた光増幅器は幹線系のみならず支線系でも大量に用いられるようになってき

た。従って、ポンプ光源として用いる半導体レーザモジュールも、より大量に生産することが求められている。また、支線系では、むしろ小型化が重要であり、この点でも従来の半導体レーザモジュールは適していない。

【0013】そこで、本発明は、上記従来技術の問題点を解決し、より廉価に大量生産が可能であり、且つ小型化の可能な半導体レーザモジュールの新規な構成を提供することをその目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明に従うと、互い 10 に対向する1対の端面のうちの一方を反射面とし他方を低反射面とした発光素子と、該発光素子の低反射面に光学的に結合され反射器として機能する回折格子を端部近傍に形成された光ファイバとを備え、該発光素子の反射面と該光ファイバに形成された回折格子によりレーザ共振器を形成するように構成された半導体レーザモジュールであって、該回折格子が、該光ファイバ端部に装着されたフェルール内に位置するように形成されており、該発光素子は、温度制御手段を介することなくパッケージに実装され、該パッケージに対して該フェルールが機械 20 的に固定されるように構成されていることを特徴とする半導体レーザモジュールが提供される。

【0015】上記本発明に係る半導体レーザモジュールにおいて、前記発光素子の他方の端面と、前記光ファイバの端面との間に集光手段を備えることが好ましい。

【0016】また、上記本発明に係る半導体レーザモジュールにおいて、前記回折格子の反射帯域幅が、前記光共振器の長さで決定される発振縦モードを複数含むように設定されており、該帯域幅の中心波長が実質的に1.48 μm 帯域に存在するように構成することができる。 30

【0017】更に、上記本発明に係る半導体レーザモジュールは、更に、コアの所定領域にエルビウムを添加された増幅用光ファイバと、該増幅用光ファイバに前記光ファイバの出射光を導入する導入手段とを備え、1.55 μm 帯の波長を有する信号光を増幅する光増幅器として構成することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に従って構成された半導体レーザモジュールの具体的な構成例を示す断面図である。

【0019】同図に示すように、この半導体レーザモジュールでは、半導体レーザチップ35は、サブマウント31を介して、市販のTO型パッケージに準拠したパッケージ10に格納されている。

【0020】即ち、パッケージ10は、基板36とキャップ37から主に構成されている。サブマウント31は、基板36上に固定されており、更に、半導体レーザチップ35はサブマウント31の側面に固定されている。一方、キャップ37は、その周縁部において基板36に結合されており、半導体レーザチップ35を内部に格納することができるよう 50

に構成されている。更に、キャップ37の頂面の、半導体レーザチップ35の出射光の光軸上には窓が設けられ、ここには32が集光レンズが装着されている。尚、基板36、サブマウント31、キャップ37は、コパール等の一般的な材料を用いて作製することができる。

【0021】また、この半導体レーザモジュールでは、基板36を貫通して複数のリードピン38がパッケージの外部に引き出されている。通常、このリードピンのうちの1本は、基板36と電氣的に接続されて接地ピンとして用いられ、更に、半導体レーザチップ35のアノード電極と共通化する。他のピンは、半導体レーザへの駆動信号等を供給する。尚、各機能に対応したリードピンをそれぞれ複数設けて並列接続して用いることにより、高速動作時の安定性を向上させることができる。

【0022】更に、上記のようなパッケージ10のキャップ37にかぶさるように、スリーブ51が装着されている。即ち、スリーブ51は、全体としては略円筒形で、その一端にはパッケージ10が嵌入され、他端からは光ファイバ20に装着されたフェルール60が挿通されている。尚、実際には、スリーブ51のパッケージ側の内径は、キャップ37の外径よりも僅かに大きくなっており、スリーブ51の端面をパッケージ10の基板36に当接させた状態で滑らせることにより、半導体レーザチップ35と光ファイバ20との光軸を精密に一致させることができるように構成されている。

【0023】尚、スリーブ51の内側にはリブ51aが設けられており、挿通したフェルール60がここに当接するように構成されている。従って、フェルール60が、パッケージ10に装着された集光レンズ32に直接に接触することはない。また、光ファイバ20の先端位置の調整は、フェルール60を一旦リブ51aに当接させた後、徐々に引き戻して行うことができる。 30

【0024】また、上記の半導体レーザモジュールにおいて、光ファイバ20の先端面とフェルール60の端面は同一面となるように成形されている。また、この面は、半導体レーザの出射光に対して直角ではない一定の角度を持つように傾斜させられている。光ファイバの端面をこのように形成することにより、半導体レーザチップの出射光のうち光ファイバの端面で反射されたものが半導体レーザチップに戻る事がなくなり、光雑音の発生を抑制することができる。 40

【0025】上記のような半導体レーザモジュールで用いられるスリーブ51の材料としてSUS等の金属が用いられる場合は、基板との接合はYAGレーザ溶接による事が一般的である。また、樹脂材料を用いた場合は接着剤により接合する。一方、フェルール60の材料としてはジルコニア等のセラミックスが一般的だが、樹脂製フェルールを用いることもできる。

【0026】以上のように構成された半導体レーザモジュールにおいて、半導体レーザチップ35の1対の端面の

うち、光ファイバ20と対面しない側の端面には反射率95%の高反射膜が被着されている。一方、光ファイバと対面している側の端面は、1%以下の極めて低い反射率になるように処理されている。従って、この半導体レーザチップ35には反射面が1つしかないで、半導体レーザチップ35単体でレーザ発振が生じることはない。即ち、レーザ発振を生じさせるためのレーザ共振器は、互いに対向した1対の反射器により構成され、この半導体レーザモジュールでは、もうひとつの反射器として、後述するように光ファイバ20に形成された回折格子が利用される。

【0027】上記のような目的で、光ファイバ20のフェルルールにより覆われた区間には、回折格子20aが形成されている。この回折格子20aは、特定の波長の光に対して反射器として作用するので、半導体レーザチップ31に形成された前述の高反射膜と併せてレーザ共振器を構成させることができる。

【0028】尚、こうして形成されるレーザ共振器の幾何学的長さによってこの半導体レーザモジュールの発光の縦モードが決定される。更に、この縦モードは、後述するように最終的な発振波長に深く関係するので、実使用状態で共振器の特性が変化しないように配慮する必要がある。このため、本実施例に係る半導体レーザモジュールでは、回折格子20aの形成位置をフェルルール60内部とし、半導体レーザとしての動作時に回折格子20aに応力の影響が及ぶことを回避している。

【0029】また、この半導体レーザモジュールは特に積極的な冷却手段を備えていないが、幹線系での使用に比較すると、支線系での使用においては、要求される励起用ポンプ光強度が低いので、問題は生じない。また、後述するように、半導体レーザの諸特性を適切に設定することにより、温度変化に起因する特性変動を抑制することができる。

【0030】以上のように構成された半導体レーザモジュールにおいて、レーザの発振波長は以下のように決定される。

【0031】図2は、半導体レーザの発振波長の決定プロセスを説明するための図である。即ち、半導体レーザの発振波長は、同図に示すように、半導体レーザの内部量子状態で決定される利得帯域、光共振器長で決定される縦モードおよび回折格子の回折波長の三つの条件により決定される。

【0032】ここで、利得帯域は、半導体レーザチップ35に用いている半導体材料および動作温度で定まる（厳密には、伝導帯、価電子帯の電子／正孔の状態密度、フェルミの分布関数の積で決定される）が、実使用温度領域においては他の二つの条件で決められる帯域に比較し十分に広い。

【0033】一方、発振の縦モードには、回折格子20aと半導体レーザの一方の端面との間に形成される光共振

器の幾何学的長さにより決定される第1縦モードと、半導体レーザチップ35の両端面間の幾何学的間隔により決定される第2の縦モードがある。即ち、半導体レーザチップ35の光ファイバと対向する端面には、反射率が極めて低くなるような膜が形成されている。しかしながら、実際には反射率が完全に零になることはない。従って、この第2の縦モードも無視することはできない。

【0034】上記の第1の縦モードは、回折格子20aの位置を半導体レーザチップ35の端面から遠ざけるに従って間隔が狭くなる。また、半導体レーザ媒質中の屈折率の温度依存性等により共振器の実効長も温度変化に応じて変動する。このような変動は、上記の第1の縦モードと第2の縦モードの両方に影響を与える。

【0035】ただし、高反射膜一回折格子間の間隔は、半導体レーザチップ両端面の間隔よりもはるかに大きいので、発振の縦モードの変動に顕著に寄与するのは第2縦モードの変化である。即ち、後者が離散的なモードになるのに対して、前者は連続的と見做し得る変化を生じる。従って回折格子20aの反射帯域幅を、後者による縦モードが複数本存在する程度の幅に設定することにより、温度変化に起因する縦モードのシフトの影響を緩和することができる。

【0036】図3は、上記のような特性の相違を示すグラフである。即ち、このグラフは、横軸に半導体レーザへの供給電流を、縦軸に光出力をそれぞれプロットしたものである。

【0037】同図に示すように、回折格子の反射帯域幅中にある縦モードの本数が少ない時は、図中の曲線Aのように不連続点 $a_1 \sim a_4$ が多数現れる。即ち、半導体レーザチップに供給する駆動電流を増加させていくと自己発熱により縦モードがシフトし、不連続点 a_1 で縦モードが一本反射帯域幅から外れ、出力が減少する。続いて、不連続点 a_2 で次の縦モードが帯域幅中に入ってくるので、光出力は不連続的に上昇する。以下同様に、不連続点 a_3 、 a_4 でも光出力の急峻な変動が生じる。

【0038】上記のような現象を避けるためには半導体レーザチップの温度を制御しなければならず、そのため、従来の半導体レーザモジュールでは、バルチェ効果素子などの積極的な冷却手段を設けていた。しかしながら、このような大型の部品をパッケージ内に収容すると半導体レーザモジュールの大型化が避けられない。また、半導体レーザモジュールの製造コストが高くなることも避けられない。

【0039】そこで、本実施例に係る半導体レーザモジュールでは反射帯域幅を広くとり、帯域幅中に複数の縦モードが存在するように構成している。このような構成により、図3中に曲線Bとして示すように、不連続点が消失する。即ち、駆動電流による自己発熱で縦モードがシフトしても、常に帯域幅中には複数の縦モードが存在するので、縦モードの消失または出現の影響を回避でき

る。従って、滑らかな光出力特性を実現することができ、冷却手段の実装を省略できる。

【 0 0 4 0 】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係る半導体レーザモジュールは、極めて簡単な構造であり、更にその組み立ても容易であるが、同時に、要求された仕様を容易に実現することができる。従って、半導体レーザモジュールの製造コストを低減させることができると同時に大量生産にも適している。

【0041】また、温度制御手段を設けることなく安定した出力特性が得られるので、この点でも、半導体レーザモジュールの小型化、低価格化に寄与する。

【0042】更に、この半導体レーザモジュールは、電気的な接続のために側方にスペースをとる必要が無いので、実装面積を減縮させることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る半導体レーザモジュールの具体的な構成例を示す断面図である。

【図2】図1に示した半導体レーザモジュールにおける発振波長の決定過程を示す図である。

【図3】半導体レーザにおける出力変動を説明するための図である。

【図4】従来の半導体レーザモジュールの典型的な構成を示す断面図である。

【図5】従来の半導体レーザモジュールの典型的な形状を示す平面図である。

【符号の説明】

10・・・パッケージ、

20・・・光ファイバ、

21 a . . ファイバグレーディング、

30 · · · 基台、

31・・・サブマウント、

32 · · · 光学系、

33 · · · 半導體光增幅器、

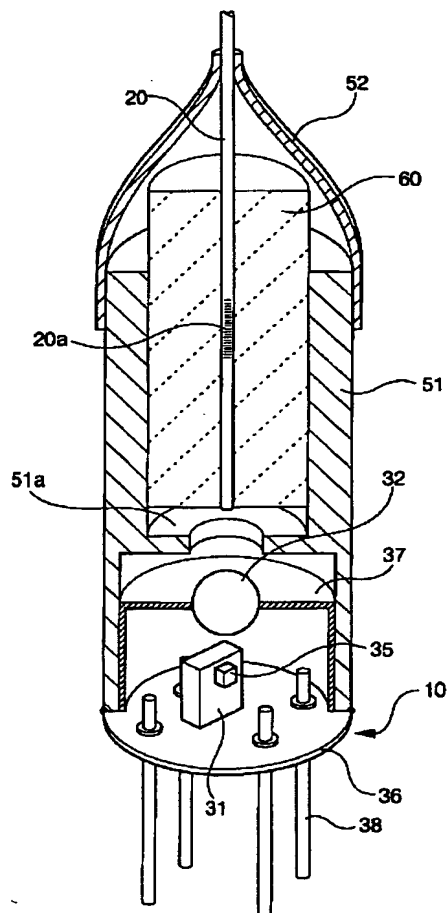
34・・・冷却手段（ペルチェ効果素子）、

35・・・半導体レーザチップ、

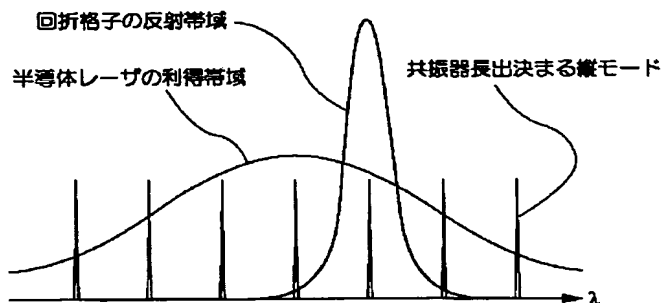
52・・・キャップ、

60・・・フェルール、

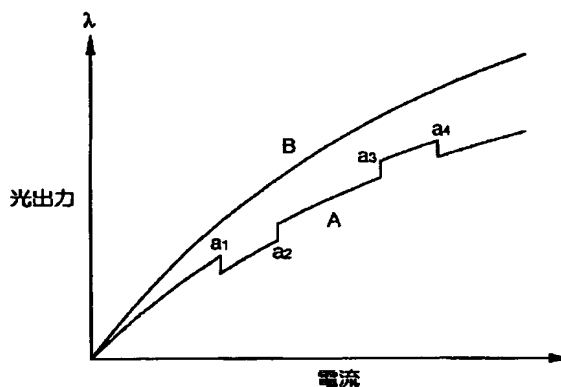
【図 1】



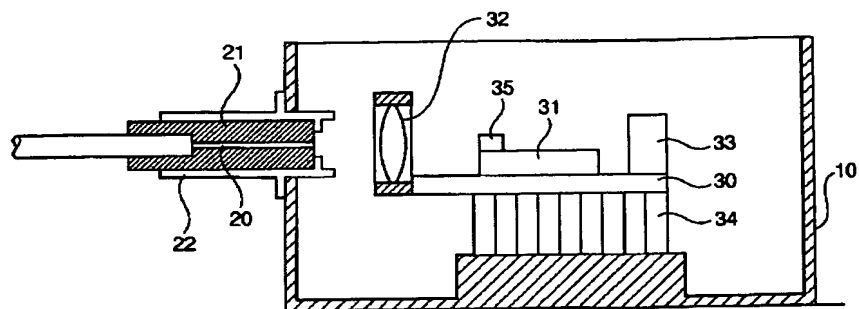
【図2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

